

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-98452

(43) 公開日 平成7年(1995)4月11日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 F 1/1335
1/1343

識別記号

5 2 0

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-241860

(22) 出願日 平成5年(1993)9月28日

(71) 出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(72) 発明者 福吉 健蔵

東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72) 発明者 今吉 孝二

東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72) 発明者 古賀 修

東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(74) 代理人 弁理士 上田 章三

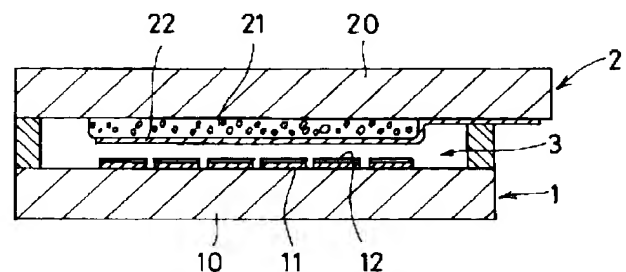
(54) 【発明の名称】 反射型液晶表示装置

(57) 【要約】

【目的】 外光光源の位置に関わりなく視野角が広くしかも着色のない画面表示が可能な反射型液晶表示装置を提供すること。

【構成】 背面電極板1に対向して配置された観察者側電極板2に、透明樹脂とこの透明樹脂中に分散された微粒子とを主成分とする光散乱層21が設けられた反射型液晶表示装置であって、上記透明樹脂よりその屈折率が小さく、光学的平均分散が0.09以下かつ複屈折が0.02以下である微粒子を適用したことを特徴とする。微粒子の屈折率が透明樹脂より小さいため光散乱効果が高く、また光学的平均分散と複屈折とが小さいため着色が生じない。このため外光光源の位置に関わりなく着色のない明るい画面表示が可能となる。

1: 背面電極板
2: 観察者側電極板
3: 液晶物質
10: 透明基板
11: 金属反射膜
12: ITO薄膜
20: 透明基板
21: 光散乱層
22: ITO薄膜



【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属反射層が設けられた背面電極板と、この背面電極板に対向して配置されかつ透明電極が設けられた観察者側電極板と、これ等の電極板間に封入された液晶物質とを備え、この液晶物質に対し画素毎に電圧を印加して画面表示する反射型液晶表示装置において、上記背面電極板又は観察者側電極板の少なくとも一方は、透明樹脂とこの透明樹脂中に分散された微粒子とを主成分とする光散乱層を設けると共に、上記微粒子が透明樹脂より屈折率が小さく、その光学的平均分散が0.09以下かつその複屈折が0.02以下であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は反射型液晶表示装置に係り、特に、外光光源の位置に関わりなく視野角が広く、しかも着色のない明るい画面表示を可能にする反射型液晶表示装置の改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 この種の液晶表示装置は、一般に、図4に示すように偏光膜（図示せず）と透明電極a 4、b 4が各々設けられた一対の電極板a、bと、これ等電極板a、b間に封入された液晶物質とでその主要部が構成されており、入射した光線をまず入射側の上記偏光膜で直線偏光にし、かつ、液晶物質に対して画素毎に電圧を印加してその配向状態を変化させると共に、その配向状態によりその部位を透過する上記直線偏光の偏光面を回転させその回転角に応じて出射側の偏光膜で上記直線偏光を遮断又は透過させて画面表示を行うものである。尚、カラー画面を表示するカラー液晶表示装置においては、上記電極板a、bのいずれか一方に偏光を着色するためのカラーフィルター層が設けられている。

【0003】 そして、この種の液晶表示装置としては、液晶表示装置の背面側に位置する電極板（以下背面電極板と称する）aの裏面若しくは側面に光源（ランプ）を配置し、背面電極板a側から光線を入射させた表示画面の明るいバックライト型あるいはサイドライト型のランプ内蔵式透過型液晶表示装置が広く普及している。

【0004】 しかし、このランプ内蔵式透過型液晶表示装置においては、そのランプによる消費電力が大きくC-RTやプラズマディスプレイ等の種類のディスプレイと略同等の電力を消費するため、液晶表示装置本来の低消費電力といった特徴を損ない、また、携帯先で長時間の利用が困難となるという欠点を有していた。

【0005】 他方、このようなランプを内蔵することなく、装置の観察者側に位置する電極板（観察者側電極板と称する）bから室内光や自然光等の外光を入射させ、上記背面電極板aに設けられた金属反射膜で反射させてこの反射光により画面表示する反射型液晶表示装置も知られている。そして、この装置ではランプを利用しない

ことから消費電力が小さく、従って、携帯先の長時間駆動に耐えるという利点を有している。

【0006】 そして、このような反射型液晶表示装置にはその背面電極板aとして、例えば、図5に示すように基材a 1と、この基材a 1上に一様に形成された金属反射膜a 2と、この金属反射膜a 2上にカラーフィルター層a 3R、a 3G、a 3Bを介して設けられた電圧印加用透明電極a 4とでその主要部が構成されるもの、あるいは、図6に示すように上記金属反射膜a 2が透明電極a 4とは反対側の基材a 1面に一様に設けられた背面電極板等が適用されている。

【0007】 とこゝで、この種の反射型液晶表示装置においては、上記金属反射膜a 2が入射光線を正反射するためその外光の光源の位置によって視野角が制限されるという欠点を有していた。

【0008】 そこで、特開昭63-228887号公報あるいは日本印刷学会主催のフォトグラフィケーション・シンポジウム'92には、表面凹凸の金属薄膜を金属反射膜a 2として適用することによりこの金属反射膜a 2の正反射を防止して表示画面の視野角を拡大させた液晶表示装置が紹介されている。すなわち、図7はこの液晶表示装置を示す説明図で、この液晶表示装置の背面電極板aは、基材a 1と、この基材a 1上に絶縁層a 5を介して設けられたTFT素子a 6と、このTFT素子a 6上に設けられた表面凹凸の絶縁性樹脂層a 7と、この絶縁性樹脂層a 7の凹凸表面に沿って設けられた画素形状のアルミニウム薄膜製金属反射膜a 2とで主要部が構成されている。そして、この液晶表示装置においては上記金属反射膜a 2が絶縁性樹脂層a 7の表面形状を反映して凹凸表面を有しているため、光を乱反射して表示画面の視野角を拡大させることが可能になる。尚、この液晶表示装置において上記TFT素子a 6は、半導体部a 6 2とこの半導体部a 6 2をはさんでその両側に設けられたソース電極a 6 1及びドレイン電極a 6 3とで構成されており、ドレイン電極a 6 3と上記金属反射膜a 2とを絶縁層a 7に設けられた貫通孔（コンタクトホール）を通して導通させこの金属反射膜a 2を液晶物質の駆動電極として利用している。また、図7中、bは観察者側電極板を示し、b 1はその基材、b 2は基材b 1上に一様に設けられた透明電極である。また、cは上記背面電極板aと観察者側電極板bとの間に封入された液晶物質、dは液晶表示装置の外周に設けられたフレーム材を示している。

【0009】 このように図7にて示された液晶表示装置においては表示画面の視野角を拡大できる利点を有しているが、その反面、装置の製造に際して上記絶縁性樹脂層a 7を形成する工程とその表面に凹凸を付与する工程が必要で、かつ、ドレイン電極a 6 3と上記金属反射膜a 2とを導通させるため絶縁性樹脂層a 7をドライエッチングしてコンタクトホールを形成する工程等が必

要となるため、その生産性と収率とが極めて低いという欠点があった。また、この液晶表示装置においては、表面凹凸の絶縁性樹脂層a7上に真空蒸着やスパッタリング等の方法で上記金属反射膜a2を直接設ける必要があり、この形成段階において上記金属反射膜a2が酸化若しくは水酸化され易いため、金属反射膜a2本来の反射性能が損なわれる問題があった。

【0010】このような技術的背景の下、本出願人は上記背面電極板又は観察者側電極板のいずれか一方に光散乱層が設けられた液晶表示装置を既に提案している（特願平5-102124号、特願平5-170280号等参照）。

【0011】そして、この液晶表示装置によれば、透明樹脂とこの透明樹脂中に分散された透明樹脂と屈折率が異なる微粒子とでその主要部が構成される光散乱層の作用により表示光が散乱されるため、外光光源の位置に関わりなく表示画面の視野角を拡大でき、かつ、装置の製造に際してはその工程が簡略できるため生産効率と収率の向上が図れる利点を有していた。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記液晶表示装置においては、透明樹脂中にはこの透明樹脂とその屈折率が異なる微粒子が分散されているため、透明樹脂の屈折率と微粒子の屈折率との相違、あるいは微粒子の複屈折や光学的分散に起因して表示光が着色し易い問題点があった。

【0013】本発明はこのような問題点に着目してなされたもので、その課題とするところは、反射型液晶表示装置の利点を維持したまま、外光光源の位置に関わりなく視野角が広く、しかも着色のない明るい画面表示を可能にする反射型液晶表示装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】すなわち、請求項1に係る発明は、金属反射層が設けられた背面電極板と、この背面電極板に対向して配置されかつ透明電極が設けられた観察者側電極板と、これ等の電極板間に封入された液晶物質とを備え、この液晶物質に対し画素毎に電圧を印加して画面表示する反射型液晶表示装置を前提とし、上記背面電極板又は観察者側電極板の少なくとも一方に、透明樹脂とこの透明樹脂中に分散された微粒子とを主成分とする光散乱層を設けると共に、上記微粒子が透明樹脂より屈折率が小さく、その光学的平均分散が0.09以下かつその複屈折が0.02以下であることを特徴とするものである。

【0015】このような技術的手段において上記光散乱層の一部を構成する微粒子としてその屈折率が透明樹脂の屈折率より小さい材料を適用していることから表示画面の視野角が極めて広がるため、外光光源の位置に関わりなく明るい画面を表示することが可能になる。

【0016】尚、上記微粒子の屈折率が透明樹脂のそれ

より大きい場合（例えば、屈折率2.5～2.9の TiO_2 を微粒子として分散させた場合）、光散乱効果が十分となり表示画面の視野角が十分拡大されない。図3はこのことを示したグラフ図である。すなわち、硬膜後の屈折率が1.57の感光性アクリル樹脂（ポリアクリル樹脂）中に、 CaF_2 （屈折率1.43）、PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）（屈折率1.35）、及び、 TiO_2 （屈折率2.49）のそれぞれの微粒子を20重量%分散させ、かつ、溶剤としてセルソルブアセチートを使用して塗液を求め、この塗液をガラス基板上に設けられた厚さ0.2 μm のアルミニウム薄膜上に塗布硬膜した後、各塗布硬膜に対しタンクステンランプを使用して視角（法線となす角）0～60度の範囲で各塗布硬膜の輝度を測定しこの結果を図3に示す。そして、この図3から、上記アクリル樹脂よりその屈折率が小さい CaF_2 やPTFEを微粒子として適用すると、上記樹脂よりその屈折率が大きい TiO_2 を微粒子として適用した場合に較べて視角10～60度の範囲でその輝度が高く、視野角が広いことが確認できる。

【0017】また、この技術的手段において上記光学的平均分散とは、波長0.486 μm のF線に対する屈折率 n_F と、波長0.656 μm のC線に対する屈折率 n_C との差（ $n_F - n_C$ ）をいう。そして、請求項1に係る発明においては上記微粒子の光学的平均分散が0.09以下であるため、透明樹脂と微粒子との界面において光線が屈折する際、その屈折方向が光線の波長に依存することなく全ての可視光線が略同一方向に屈折する。このため、光学的平均分散に基づく表示画面の着色を防止することが可能となる。

【0018】次に、上記微粒子が光学的異方性を有する場合にはこの微粒子中を進行する光線の偏光面に応じて微粒子の屈折率が異なる。例えば、正方晶系結晶、立方晶系結晶、菱面格子系結晶等の一軸異方性結晶においては、これ等結晶の軸に垂直な偏光面を有する光線に対する屈折率と、上記結晶の軸に平行な偏光面を有する光線に対する屈折率との二種類の屈折率がある。また、斜方晶系結晶、単斜晶系結晶、三斜晶系結晶等の二軸異方性結晶においては、光線の偏光面によって異なる三種類の屈折率がある（これ等屈折率のうち最大のものと最小のものとの差を複屈折率という）。そして、これ等異方性結晶に入射した光線は結晶中で互いに偏光面が直交する各偏光に分離され、分離した偏光がそれぞれの屈折率に応じた速度（屈折率の逆数に比例する）で進行するため出射光線の着色を生じる。これに対し、微粒子の複屈折が0.02以下の場合には複屈折が極めて小さいため、複屈折に基づく表示画面の着色を防止することが可能となる。

【0019】上述した各要件を具備する微粒子としては無機物から成る微粒子と有機ポリマーから成る微粒子を

例示できる。そして、無機物から成る微粒子としては、等軸晶と呼ばれる立方晶構造を有する微粒子、この等軸晶に似て複屈折の小さい正方晶構造を有する微粒子、あるいは非晶質の微粒子が適用でき、例えば、 CaF_2 、 MgF_2 、 SrF_2 、 LiF 、 NaF 等のフッ素化合物が適用できる。また、有機物から成る微粒子としては、PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）、PFA（ポリフルオロアルコキ樹脂）、FEP（テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体）、PVDF（ポリフルオロビニリデン）、ETFE（エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体）、PVF（ポリフルオロビニル）等の含フッ素ポリマーを例示でき、また、その他のポリマーはフッ素原子やフッ化アルキル基を導入させたものであってもよい。

【0020】更に、これ等フッ素化合物や含フッ素ポリマーの表面に適当な表面処理を施したものを上記微粒子として適用することも可能である。このような表面処理の例としては、例えば、 SiO_2 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 ZnO 、透明樹脂、カップリング剤、又は、界面活性剤等を塗布被覆する処理が挙げられる。また、この他、アルコール、あるいはアミンや有機酸等で表面反応を生じさせたりする処理が例示できる。

【0021】一方、上記微粒子の粒径としては、光散乱効果を向上させるため可視光線の波長に近い0.05～1.0 μm が望ましい。そして、この程度の粒径で複屈折が0.02以下の微粒子を適用した場合、複屈折に起因した表示画面の着色が実質的に生じない。尚、微粒子の中に0.05 μm 未満のものや1.0 μm を越えるものが多い混入されていてもよいが、液晶が封入される電極板間距離より小さく、液晶の正常な配向状態を妨げない粒径であることが望ましい。またこれらの微粒子の形状としては、球形、円盤形、棒状形、多角形、菱形、正方形板形等の任意の形状であってよい。

【0022】次に、上記微粒子を分散させる樹脂としては、可視光線透過率が高く、また液晶表示装置の製造工程における熱処理や製品処理に対する十分な耐性を具備するものが望ましく、例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリエポキシ樹脂、ウレタン樹脂、シリコン樹脂、ポリイミド樹脂等が適用できる。また液晶表示装置組み立ての際の必要性（例えば電気的接続のための配線を設ける場合等）から、光散乱層をパターン状に設ける場合には感光性を現像性を有するアクリル系樹脂やエポキシ系樹脂を利用してよい。また、熱硬化性樹脂や紫外線硬化型樹脂を利用することも可能である。

【0023】尚、上記光散乱層は、微粒子を透明樹脂中に混合・分散して透明基板上に塗布し、かつ、乾燥することにより形成することが可能である。その塗布の方法としては、スクリーン印刷法、スプレー印刷法、オフセット印刷法、ロールコート法等が適用できる。

【0024】また、上記光散乱層は液晶表示装置を構成

する観察者側電極板と背面電極板のいずれに設けてもよいが、表示画面を構成する表示光の光路内に設けることを要する。

【0025】次に、この技術的手段において背面電極板に設けられる金属反射層としては、銀、アルミニウム、アルミニウム合金、マグネシウム、銅、ケル、チタン、クロム等の可視光線反射率の高い金属の薄膜やこれ等薄膜を多数積層して構成される多層の金属薄膜が適用できる。尚、この金属反射膜をストライプ状又は画素形状にパターンニングして液晶駆動用電極として利用することもできる。また、この金属反射膜上に更に透明薄膜を積層してもよい。このような透明薄膜としては、酸化インジウムの中にドーパントとして酸化錫を混合して構成されるITO薄膜、酸化インジウム薄膜、酸化珪素薄膜、酸化アルミニウム薄膜、酸化シリコン薄膜、酸化マグネシウム薄膜等が利用できる。また、上記金属反射膜を表示画面の全面又は画素形状等のパターン状に形成し、この金属反射膜上に透明絶縁層を介して液晶駆動用透明電極を設けることもできる。このような透明電極としては、上記ITO薄膜の他、酸化インジウムに酸化チタン、酸化鉛、酸化アンチモン、酸化ビスマス、酸化ハフニウムあるいは酸化イットリウムを添加して成る薄膜、酸化亜鉛に酸化アルミニウムを添加して成る薄膜、あるいはこれらの薄膜を多数積層して成る多層膜が利用できる。

【0026】他方、上記観察者側電極板に設けられる透明電極としては、上記ITO薄膜、酸化インジウムに酸化チタン、酸化鉛、酸化アンチモン、酸化ビスマス、酸化ハフニウムあるいは酸化イットリウムを添加して成る薄膜、酸化亜鉛に酸化アルミニウムを添加して成る薄膜、あるいはこれらの薄膜を多数積層して成る多層膜が利用できる。

【0027】また、請求項1記載の発明に係る反射型液晶表示装置においては表示光の着色がなく白色光による表示が可能であることから、その表示光の光路内にこの表示光を着色するカラーフィルター層を設けることによりカラー画面の表示が可能となる。このカラーフィルター層としては周知のものが利用でき、例えば、着色剤を含む印刷インキを印刷して形成された印刷法によるカラーフィルター層、感光性樹脂を塗布しフォトリソグラフィ法に従ってパターン状に露光・現像した後残存する感光性樹脂を染料で染色して得られる染色法によるカラーフィルター層、着色剤を分散させた感光性樹脂を塗布しフォトリソグラフィ法に従ってパターン状に露光・現像して得られる顔料分散法によるカラーフィルター層等を利用することができる。また、この他、着色材を含む電着樹脂を画素毎に電着させて製造した電着法によるカラーフィルター層を利用することも可能である。

【0028】尚、上記背面電極板の基板としては、ガラス板やプラスチック板又はプラスチックフィルム等の透

明な基板の他、黒色等に着色された不透明な基板を適用することが可能である。

【0029】

【作用】請求項1に係る発明によれば、背面電極板又は観察者側電極板の少なくとも一方に、透明樹脂とこの透明樹脂中に分散された微粒子とを主成分とする光散乱層を設けており、かつ、透明樹脂よりその屈折率が小さい微粒子を適用しているため、表示画面の視野角を増大させることが可能となる。

【0030】また、上記微粒子の光学的平均分散が0.09以下かつその複屈折が0.02以下であるため、光学的平均分散や複屈折に基づき表示画面の着色防止を図ることが可能となる。

【0031】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例について詳細に説明する。

【0032】〔実施例1〕この実施例に係る反射型液晶表示装置は、図1に示すように背面電極板1と、この背面電極板1に対向して設けられた観察者側電極板2と、これ等電極板1、2間に封入された液晶物質3と、図示しない偏光板及び位相差板とでその主要部が構成されている。また、上記背面電極板1は、透明基板10と、この透明基板10上の画面表示領域にピッチ300 μ m、幅290 μ mで計480本のストライプパターンに設けられた厚さ0.2 μ mのアルミニウム製金属反射膜11と、この金属反射膜11上にこの金属反射膜11と同一パターンに設けられた厚さ0.07 μ mのITO薄膜12とでその主要部が構成されている。他方、観察者側電極板2は、透明基板20と、表示領域の全面に一樣に設けられた光散乱層21と、この光散乱層21上にピッチ300 μ m、幅290 μ mの計640本のストライプパターンに設けられた厚さ約1.0 μ mのITO薄膜22（面積抵抗率約7 Ω /□）とでその主要部が構成されている。また、上記金属反射膜11とITO薄膜22とは互いに直交する方向のストライプパターンに設けられ、金属反射膜11を走査線としITO薄膜22を信号線として両者の間に電圧を印加することによりその交差位置の液晶物質が駆動されて画面表示を図れるように構成されている。

【0033】尚、上記光散乱層21は、硬膜時の屈折率が1.57の感光性フェノールノボラックエポキシ樹脂中にCaF₂（屈折率：1.43、光学的平均分散：0.005、複屈折率：0）を22重量%分散させたものから構成されている。

【0034】また、上記金属反射膜11とITO薄膜12とは、透明基板20上に連続して金属薄膜とITO薄膜を成膜し、かつ、エッチング法に従ってITO薄膜をパターンニングした後、残存するITO薄膜をエッチングレジストとして金属薄膜をエッチングし形成したものである。

【0035】そして、上記金属反射膜11とITO薄膜22の間に電圧を印加して画面表示したところ、その画面は着色のない白色で、しかも視野角も広く、画面法線に対し60度の角度から見ても良好に表示画面を認識することができた。

【0036】〔実施例2〕この実施例に係る反射型液晶表示装置は、図2に示すように背面電極板4と、この背面電極板4に対向して設けられた観察者側電極板5と、これ等電極板4、5間に封入された液晶物質6と、図示しない偏光板及び位相差板とでその主要部が構成されている。また、上記背面電極板4は、透明基板40と、この透明基板40上の画面表示領域にピッチ300 μ m、幅290 μ mで計480本のストライプパターンに設けられた厚さ0.15 μ mのアルミニウム製金属反射膜41と、この金属反射膜41上にこの金属反射膜41と同一パターンに設けられた厚さ0.06 μ mのITO薄膜42とでその主要部が構成されている。他方、観察者側電極板5は、透明基板50と、この透明基板50の画面表示領域の画素と画素との間の部位にピッチ100 μ mで計192本設けられたブラックストライプ53と、これらブラックストライプの間の画素部位にストライプ状に計192本設けられた三色（赤色、緑色、青色）のカラーフィルタ層54R、54G、54Bと、これらブラックストライプ51及びカラーフィルタ層54R、54G、54Bを被覆して画面表示領域の全面に一樣に設けられた厚さ約1 μ mの光散乱層51と、この光散乱層51の上記画素部位にピッチ100 μ m、幅90 μ mのストライプ状に計192本設けられたITO薄膜52（面積抵抗率約8 Ω /□）とで主要部が構成されている。また、金属反射膜41とITO薄膜52とは互いに直交する方向のストライプパターンに設けられ、金属反射膜41を走査線としITO薄膜52を信号線として両者の間に電圧を印加することによりその交差位置の液晶物質が駆動されて画面表示を図れるように構成されている。

【0037】尚、上記光散乱層51は、硬膜時の屈折率が1.57の感光性フェノールノボラックエポキシ樹脂中にMaF₂（屈折率：1.38、光学的平均分散：0.006、複屈折率：0.012）を約18重量%分散させたものから構成されている。

【0038】また、上記カラーフィルタ層54R、54G、54Bは、エポキシ樹脂を樹脂成分とし、有機顔料を着色剤成分として凹版オフセット印刷により形成したものである。

【0039】一方、上記金属反射膜41とITO薄膜42とは、透明基板40上に連続して金属薄膜とITO薄膜とを成膜し、かつ、エッチング法に従ってITO薄膜をパターンニングした後、残存するITO薄膜をエッチングレジストとして金属薄膜をエッチングし形成したものである。

【0040】そして、上記全属反射膜41とITO薄膜52の間に電圧を印加して画面表示したところ、その画面は色純度が高い鮮やかなもので、しかも視野角も広く画面法線に対し60度の角度から見ても良好に表示画面を認識することができた。

【0041】

【発明の効果】請求項1に係る発明によれば、表示画面の視野角を増大でき、かつ、光学的平均分散や複屈折に基づく表示画面の着色を防止できるため、外光光源の位置に関わりなく着色のない明るい画面表示が可能となる効果を有している。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1に係る液晶表示装置の断面図。

【図2】実施例2に係る液晶表示装置の断面図。

【図3】微粒子の屈折率に伴う視角と輝度との関係を示すグラフ図。

【図4】従来例に係る液晶表示装置の断面図。

【図5】従来例に係る背面電極板の断面図。

【図6】従来例に係る背面電極板の断面図。

【図7】従来例に係る反射型液晶表示装置の断面図。

【符号の説明】

1 背面電極板

2 観察者側電極板

3 液晶物質

4 背面電極板

5 観察者側電極板

6 液晶物質

10 透明基板

11 全属反射膜

12 ITO薄膜

20 透明基板

21 光散乱層

22 ITO薄膜

40 透明基板

41 全属反射膜

42 ITO薄膜

50 透明基板

51 光散乱層

52 ITO薄膜

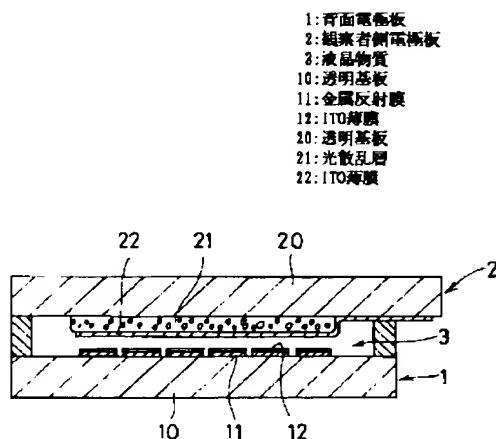
53 ブラックストライプ

54R カラーフィルター層

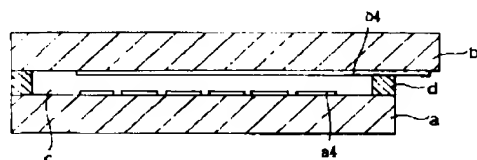
54G カラーフィルター層

54B カラーフィルター層

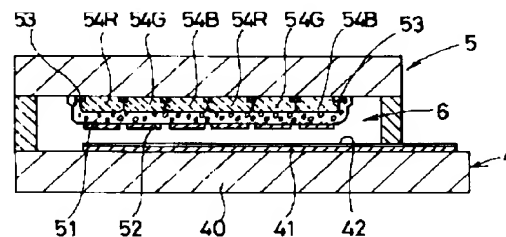
【図1】



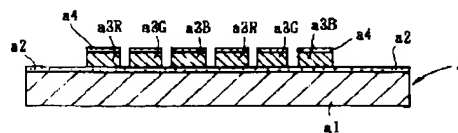
【図4】



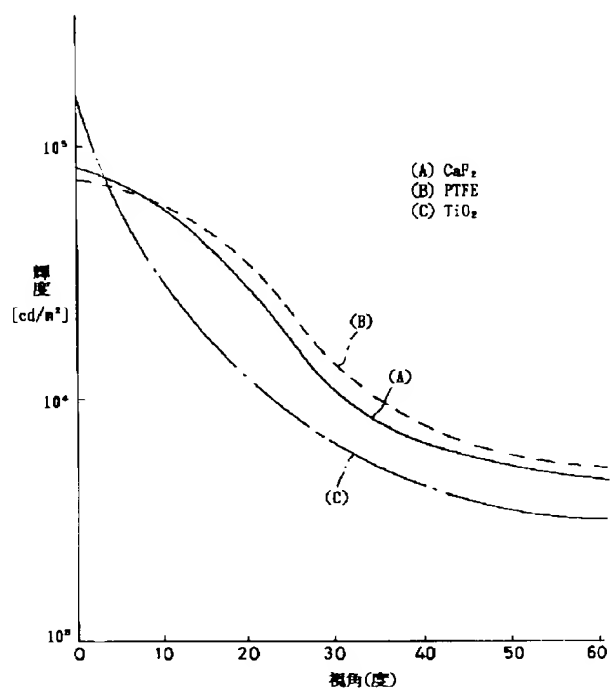
【図2】



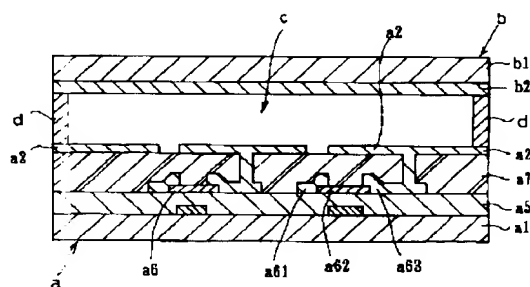
【図5】



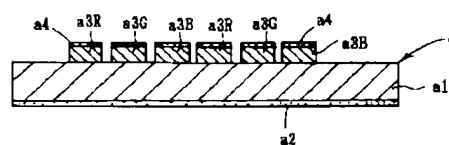
【図 3】



【図 7】



【図 6】



(19) Japan Patent Office (JP)
(12) Publication of Patent Application (A)
(11) Publication Number of Patent Application: 98452/1995
(43) Date of Publication of Application: April 11, 1995
(51) Int. Cl.⁶ : G02F 1/1335

1/1343

Identification Number: 520

Intraoffice Reference Number:

FI

Request for Examination: not made

Number of Claims: 1 OL (7 pages in total)

(21) Application Number Hei-5-241860
(22) Application Date: September 28, 1993
(71) Applicant: 000003193

Toppan Printing Co., Ltd.
1-5-1, Taito, Taito-ku,
Tokyo

(72) Inventors: FUKUYOSHI Kenzo, IMAYOSHI Koji, KOGA Osamu
c/o Toppan Printing Co., Ltd.
1-5-1, Taito, Taito-ku,
Tokyo

(74) Agent: Patent Attorney, UEDA Shozo

(54) Title:

REFLECTION-TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57) Abstract

[Purpose] To provide a reflection-type liquid crystal display device capable of making a screen display with a large angle of visibility without coloration regardless of the position of an external light source.

[Constitution] This reflection type liquid crystal display device is so constructed that an observer's side electrode plate 2 disposed opposite to a back electrode plate 1 is provided with a light scattering layer 21 mainly composed of transparent resin and fine grains dispersed in the transparent resin. The device is characterized by application of the fine grains having a smaller refractive index than the transparent resin, optical average dispersion of 0.09 or lower and double refraction of 0.02 or lower. Since the refractive index of the fine grains is smaller than that of the transparent resin, a light scattering effect is high, and since the optical average dispersion and double refraction are small, coloration is not caused. Accordingly, the bright screen display free from the coloration can be made regardless of the position of the external light source.

Claim:

1. A reflection-type liquid crystal display device, including: a back electrode plate provided with a metal reflection layer; an observer's side electrode plate disposed opposite to the back electrode plate and provided with a transparent electrode; and liquid crystal material sealed between the electrode plates, in which voltage is applied to the liquid crystal material by each pixel to make a screen display, characterized in that at least either the back electrode plate or the observer's electrode plate is provided with a light scattering layer mainly composed of transparent resin and fine grains dispersed in the transparent resin, and the fine grains have a smaller refractive index than the transparent resin, optical average dispersion of 0.09 or lower and double refraction of 0.02 or lower.

Detailed Description of the Invention:

[0001]

[Industrial Field of Application]

This invention relates to a reflection-type liquid crystal display device and particularly to the improvements in the reflection-type liquid crystal display device capable of making a bright screen display with a large angle of visibility without coloration regardless of the position of an external light source.

[0002]

[Prior Art]

In this type of liquid crystal display device, generally, as shown in Fig. 4, the principal part thereof is constituted by a pair of electrode plates (a), (b) respectively provided with a polarization film (not shown) and transparent electrodes a4, b4, and liquid crystal material (c) sealed between the electrode plates (a), (b), and in the device, wherein an incident light ray is first linearly polarized by the polarization film on the incidence side, voltage is applied to the liquid crystal material (c) by each pixel to vary its orientation state, the plane of polarization of the linearly polarized light transmitted through a region is rotated depending on the orientation state, and according to the rotating angle, the linearly polarized light is intercepted or transmitted by a polarization film on the outgoing side to make a screen display. In the color liquid crystal display device for displaying a color screen, one of the electrode plates (a), (b) is provided with a color filter layer for coloring the polarized light.

[0003]

As this type of liquid crystal display device, a back light type or light guide type transmission liquid crystal display device with a built-in lamp has spread widely, in which a light source (a lamp) is disposed on the back or side of an

electrode plate (hereinafter referred to as back electrode plate) positioned on the back side of the liquid crystal display device so that light rays enter the back electrode plate (a) side to provide a bright display screen.

[0004]

This type of transmission liquid crystal display device with a built-in lamp, however, has the disadvantage that the power consumption of the lamp is large so that it consumes power substantially equal to that of the other types of displays such as a CRT and a plasma display, resulting in impairing the primary advantage of the liquid crystal display device, that is, low power consumption, and difficulty of long-time use in the place where the device is carried.

[0005]

On the other hand, a reflection type liquid crystal display device is known, in which instead of the above built-in lamp, external light such as room light or natural light enters from an electrode plate (called observer's side electrode plate) positioned on the observer side of the device, the incident light is reflected by a metallic reflective film provided on the back electrode plate (a), and screen display is made by the reflected light. Since the device does not use a lamp, power consumption is low, so it has the advantage of being fit for long-time drive in the place where the device is carried.

[0006]

In this type of the reflection type liquid crystal display device, as the back electrode plate (a), for example, as shown in Fig. 5, its principal part is constituted by a base material a1, a metallic reflective film a2 uniformly formed on the base material a1, and a transparent electrode a4 for applying voltage, which is provided on the metallic reflective film a2 through floor filter layers a3R, a3G and a3B, or as shown in Fig. 6, a back electrode plate is so constructed that the metallic reflective film a2 is uniformly provided on the surface of a substrate a1 on the opposite side to the transparent electrode a4.

[0007]

This type of reflection type liquid crystal display device has the disadvantage that since the metallic reflective film a2 regularly reflects incident rays, the angle of visibility is limited by the position of a light source of external light.

[0008]

JP-A-63-228887 or "Photo-fabrication Symposium '92" arranged by Japan Printing Society, has introduced a liquid crystal display device in which a metal thin film having the uneven surface is applied as a metallic reflective film a2 to prevent regular reflection of the metallic reflective film a2 and enlarge the angle of visibility of a display screen. That

is, Fig. 7 is a schematic diagram showing this type of liquid crystal display device. In the liquid crystal display device, a base material a1, a TFT element a6 provided on the base material a through an insulating layer a5, an insulating resin layer a7 having the uneven surface provided on the TFT element a6, and a metallic reflective film a2 shaped like a pixel by an aluminum thin plate, which is provided along the uneven surface of the insulating resin layer a7, constitute the principal part of the back electrode plate (a). In the liquid crystal display device, since the above metallic reflective film a2 has the uneven surface, which reflects the surface shape of the insulating resin layer a7, light can be irregularly reflected to enlarge the angle of visual field. In this liquid crystal display device, the TFT element a6 is formed by a semiconductor part a62 and a source electrode a61 and a drain electrode a63, which are provided to sandwich the semiconductor part a62 on both sides thereof. The conduction across the drain electrode a63 and the metallic reflective film a2 is caused through contact holes provided in the insulating layer a7 to use the metallic reflective film a2 as a driving electrode for liquid crystal material. In Fig. 7, the reference sign (b) designates an observer's side electrode plate, and b1 designates a transparent electrode uniformly provided on the base material b1. The reference sign (c) designates liquid crystal material sealed between the back electrode plate (a)

and the observer's side electrode plate (b), and the reference sign (d) designates a sealing material provided in the outer periphery of the liquid crystal display device.

[0009]

As described above, the liquid crystal display device shown in Fig. 7 has the advantage that the angle of visual field of the display screen can be enlarged, but on the other hand it has the disadvantage that in manufacturing the device, a process of forming the insulating resin layer a7 and a process of applying unevenness to the surface thereof are needed, and also a process of forming a contact hole by dry-etching the insulating resin layer a7 is needed to cause the drain electrode a63 and the metallic reflective film a2 to conduct, resulting in that the productivity and yield are very low. This type of liquid crystal display device has the problem that it is necessary to provide the metallic reflective film a2 directly on the insulating resin layer a7 with the uneven surface by vacuum evaporation or sputtering, and since the metal reflective film a2 is easily oxidized or hydroxidized in this formation stage, the original reflecting performance of the metallic reflective film a2 is impaired.

[0010]

Under this technical background, the applicant of the invention has already proposed the liquid crystal display device in which either the back electrode plate or the

observer's electrode plate is provided with a light scattering layer (See JP-A-5-102124, JP-A-5-170280).

[0011]

This liquid crystal display device has the advantage that since the display light is scattered by the action of the light scattering layer, the principal part of which is formed by transparent resin and fine grains dispersed in the transparent resin and different in refractive index from the transparent resin, the angle of visibility of the display screen can be enlarged regardless of the position of an external light source, and also in manufacturing the device, the process can be simplified so as to improve production efficiency and yield.

[0012]

[Problems that the Invention is to Solve]

The above liquid crystal display device, however, has the problem that since the transparent resin contains the fine grains different in refractive index from the transparent resin dispersed therein, the display light is liable to be colored due to the difference between the refractive index of the transparent resin and the refractive index of fine grains, or double refraction or optical dispersion of the fine grains.

[0013]

The invention has been made in the light of the above problems, and it is an object of the invention to provide a reflection type liquid crystal display device capable of making

a bright screen display with a wide angle of visibility and without coloration regardless of the position of an external light source while keeping the advantage of the reflection type liquid crystal display device.

[0014]

Presupposing that the reflection type liquid crystal display device includes a back electrode plate provided with a metal reflection layer, an observer's side electrode plate disposed opposite to the back electrode plate and provided with a transparent electrode, and liquid crystal material sealed between the electrode plates, in which voltage is applied to the liquid crystal material by each pixel to make a screen display, the invention of claim 1 is characterized in that at least either the back electrode plate or the observer's electrode plate is provided with a light scattering layer mainly composed of transparent resin and fine grains dispersed in the transparent resin, and the fine grains have a smaller refractive index than the transparent resin, optical average dispersion of 0.09 or lower and double refraction of 0.02 or lower.

[0015]

In such technical means, as the fine grains constituting a part of the light scattering layer, the material whose refractive index is smaller than that of the transparent resin is applied, so the angle of visual field of the display screen

becomes very wide so that a bright screen can be displayed regardless of the position of the external light source.

[0016]

In the case where the refractive index of the fine grains is larger than that of the transparent resin (e.g. in the case of dispersing TiO_2 with refractive index of 2.5 to 2.9 as fine grains), the light scattering effect becomes insufficient, so that the angle of visual field of the display screen can't be enlarged enough. This is shown in a graph of Fig. 3. That is, in the photosensitive phenol novolak epoxy resin whose refractive index is 1.57 after hardening, 20 wt.% fine grains of CaF_2 (refractive index of 1.43), PTFE (polytetrafluoroethylene, refractive index of 1.35) and TiO_2 (refractive index of 2.49) are respectively dispersed, and cell solve acetate is used as a solvent to obtain a coating liquid. The coating liquid is applied to an aluminum thin film $0.2 \mu\text{m}$ thick provided on a glass substrate and hardened, and the brightness of each applied and hardened film is measured in at a visual angle (an angle made to the normal line) ranging from 0 to 60 degrees using a tungsten lamp for the respective applied and hardened films. The measurement results are shown in Fig. 3. From Fig. 3 it is confirmed that when CaF_2 , or PTFE having smaller refractive than the phenol novolak epoxy resin is applied as fine grains, the brightness is higher in the region of visual angle from 10 to 60 degrees and the angle of

visibility is larger as compared with the case of applying TiO_2 having larger refractive index than the above resin as fine grains.

[0017]

In this technical means, the optical average dispersion means a difference ($n_F - n_C$) between the refractive index n_F to F line with a wavelength of $0.486 \mu\text{m}$ and the refractive index n_C to C line with a wavelength of $0.656 \mu\text{m}$. In the invention of claim 1, the optical average dispersion of the above fine grains is 0.09 or lower so that when a light ray is refracted as it enters the interface between the transparent resin and the fine grains, the refracting direction does not depend on the wavelength of the light ray, but all visible light rays are refracted substantially in the same direction. Therefore, coloration of the display screen based on the optical average dispersion can be prevented.

[0018]

Subsequently, in the case where the above fine grains have optical anisotropy, the refractive index of fine grains varies with the plane of polarization of a light ray traveling in the fine grains. For example, in the uniaxial anisotropic crystal such as tetragonal system crystal, hexagonal system crystal, and rhombus lattice system crystal, there are two kinds of refractive indexes, that is, the refractive index to the light ray having a plane of polarization vertical to the

axis of the above crystal and the refractive index to the light ray having a plane of polarization parallel to the axis of the above crystal. In the biaxial anisotropic crystal such as rhombic crystal, monoclinic crystal and triclinic crystal, there are three kinds of refractive indexes (the difference between the maximum of the refractive indexes and the minimum thereof is called double refraction index). The light ray entering this type of anisotropic crystal is separated into the respective polarized light rays whose planes of polarization intersect each other in the crystal, and the separated polarized light rays travel at the speed (proportional to the inverse number of the refractive index) depending upon each refractive index, so coloration of the outgoing light ray is caused. On the contrary, when the double refraction of the fine grains is 0.02 or smaller, the double refraction is very small, so that coloration of the display screen based on double refraction can be prevented.

[0019]

As the fine grains satisfying the above necessary conditions, the fine grains composed of inorganic matters and fine grains composed of organic polymers are exemplified. As the fine grains composed of inorganic matters, fine grains having a cubic structure called isometric system, fine grains having a tetragonal structure with small double refraction similarly to the isometric system, or amorphous fine grains

can be applied. For example, fluorine compounds such as CaF_2 , MgF_2 , SrF_2 , LiF , and NaF can be applied. As the fine grains composed of organic matters, fluorine-contained polymers such as PTFE (polytetrafluoroethylene), PFA (perfluoroalkoxy resin), FEP (tetrafluoroethylene-hexafluoropropylene copolymer), PVDF (polyfluorovinylidene), ETFE (ethylene-tetrafluoroethylene copolymer), and PVF (polyfluorovinyl) can be exemplified, and fine grains may be formed by introducing fluorine atoms or alkyl fluoride group into the other polymers.

[0020]

Further, these fluorine compounds or fluorine-contained polymers may be suitably surface-treated to be applied as the fine grains. As the surface treatment, cited is the treatment of coating with SiO_2 , ZrO_2 , Al_2O_3 , ZnO , transparent resin, a coupling agent, or a surface-active agent. In addition to this, exemplified is the treatment of causing surface reaction with alcohol, amine, organic acid, or the like.

[0021]

On the other hand, it is desirable that the grain size of the above fine grains is 0.05 to 1.0 μm , which is close to the wavelength of a visible light ray. When fine grains having double refraction of 0.02 or smaller with about this grain size are applied, coloration of the display screen due to the double refraction substantially does not occur. Although fine grains of under 0.05 μm or above 1.0 μm may be a little mixed in the

above fine grains, it is desirable that the grain size is smaller than the distance between the electrode plates in which the liquid crystal is sealed not to disturb the normal orientation of the liquid crystal. The fine grains may be shaped arbitrarily like a sphere, disc, stone of the go game, polygon, rhombus, or square.

[0022]

It is desirable that the resin for dispersing the above fine grains has high transmittance of visible rays and also enough resistance against heat treatment and chemical treatment in the manufacturing process for the liquid crystal display device, and for example, acrylate resin, epoxy resin, polyester resin, urethane resin, silicone resin, polyimide resin and the like can be applied. From the necessity in assembling the liquid crystal display device (e.g. in the case of providing wiring for electric connection), in the case of providing a light scattering layer like a pattern, acrylic resin and epoxy base resin having photosensitivity and developability may be used. Further, thermosetting resin and ultraviolet curable resin may be used.

[0023]

The fine grains are mixed and dispersed in the transparent resin to be applied on a transparent substrate, and dried to form the above light scattering layer. As the application method, a flexo printing method, a screen process

printing method, an offset printing method and a roll coating method can be applied.

[0024]

Although the above light scattering layer may be provided on either the observer's side electrode plate or the back electrode plate constituting the liquid crystal display device, it is necessary to dispose the light scattering layer in the optical path of display light constituting the display screen.

[0025]

As a metallic reflective layer provided on the back electrode plate in this technical means, a thin film made of metal with high reflectance of visible rays such as silver, aluminum, aluminum alloy, magnesium, nickel, titanium, or chrome, and a multi-layer metal thin film formed by stacking a number of the above thin films can be applied. The metallic reflective film may be patterned like stripes or in the shape of a pixel to be used as a liquid crystal driving electrode. Further, a transparent thin film may be stacked on the metallic reflective film. As this type of transparent thin film, an ITO (indium-tin-oxide) film formed by mixing tin oxide as a dopant in indium oxide, an indium oxide thin film, a silicon oxide thin film, an aluminum oxide thin film, a zirconium oxide thin film, and a magnesium oxide thin film can be used. Further, the metallic reflective film may be formed in a pattern like the whole surface or the pixel shape of the display screen,

and the liquid crystal driving transparent electrode may be provided on the metallic reflective film through the transparent insulating layer. As this type of transparent electrode, in addition to the above ITO thin film, a thin film formed by adding titanium oxide, zinc oxide, antimony oxide, bismuth oxide, hafnium oxide or yttrium oxide to indium oxide, a thin film formed by adding aluminum oxide to zinc oxide, or a multi-layer film formed by stacking a number of these thin films can be used.

[0026]

On the other hand, as the transparent electrode provided on the observer's side electrode plate, the above ITO thin film, a thin film formed by adding titanium oxide, zinc oxide, antimony oxide, bismuth oxide, hafnium oxide or yttrium oxide to indium oxide, a thin film formed by adding aluminum oxide to zinc oxide, or a multi-layer film formed by stacking a number of these thin films can be used.

[0027]

In the reflection type liquid crystal display device according to the invention described in claim 1, display with white light can be performed without coloration of display light, so that a color filter layer for coloring the display light is disposed in the optical path of the display light to thereby display a color screen. As this color filter layer, a well-known one can be used. For example, a color filter layer

by a printing process, which is formed by printing printer's ink containing a coloring agent, a color filter layer by a dyeing method, which is obtained by applying photosensitive layer, performing exposure and development in the shape of a pattern according to a photolithography method, and then dyeing the remaining photosensitive resin with a dye, and a color filter layer by a pigment dispersion method, which is obtained by applying photosensitive resin in which a coloring agent is dispersed, and performing exposure and development in the shape of a pattern according to a photolithography method can be used. In addition to the above, it is also possible to use a color filter layer by electrodeposition process, which is manufactured by electrodepositing electrodeposition resin containing a colorant by each pixel.

[0028]

As a substrate of the back electrode plate, in addition to transparent substrates such as a glass plate, a plastic plate or a plastic film, an opaque substrate colored black or the like can be applied.

[0029]

[Operation]

According to the invention of claim 1, at least either the back electrode plate or the observer's side electrode plate is provided with a light scattering layer mainly composed of the transparent resin and fine grains dispersed in the

transparent resin, and the fine grains having a smaller refractive index than the transparent resin are applied, so that the angle of visibility of the display screen can be enlarged.

[0030]

Since the optical average dispersion of the fine grains is 0.09 or smaller, and the double refraction thereof is 0.02 or smaller, it is possible to prevent coloration of the display screen based upon the optical average dispersion and double refraction.

[0031]

[Embodiments]

The embodiments of the invention will now be described in detail with reference to the attached drawings.

[0032]

[Embodiment 1]

In the reflection type liquid crystal display device according to the embodiment, as shown in Fig. 1, the principal part thereof is formed by a back electrode plate 1, an observer's side electrode plate 2 provided opposite to the back electrode plate 1, liquid crystal material 3 sealed between the electrode plates 1, 2, a sheet polarizer and a phase plate, which are not shown. In the back electrode plate 1, the principal part thereof is formed by a transparent substrate 10, an aluminum-made metallic reflective film 11 having a

thickness of 0.2 μm provided in 480 stripe patterns in total with a pitch of 300 μm and a width of 290 μm in a screen display area on the transparent substrate 10, and an ITO thin film 12 having a thickness of 0.07 μm provided in the same pattern as the metallic reflective film 11 on the metallic reflective film 11. On the other hand, in the observer's side electrode plate 2, the principal part thereof is formed by a transparent substrate 20, a light scattering layer 21 uniformly provided on the whole surface of the display area, and an ITO thin film 22 (sheet resistivity about 7 Ω/\square) provided in 640 stripe patterns in total with a pitch of 300 μm and a width of 290 μm on the light scattering layer 21. The metallic reflective film 11 and the ITO thin film 22 are provided in stripe patterns in the direction of intersecting perpendicularly to each other, the metallic reflective film 11 is taken as a scanning line, the ITO thin film 22 is taken as a signal line, and voltage is applied across the thin films to drive the liquid crystal material in the intersecting position, thereby making a screen display.

[0033]

The light scattering layer 21 is formed by dispersing 22 wt% CaF_2 (refractive index: 1.43, optical average dispersion: 0.005, double refraction: 0) in photosensitive phenol novolak epoxy resin having a refractive index of 1.57 when it is hardened.

[0034]

The metallic reflective film 11 and the ITO thin film 12 are formed by continuously depositing a metal thin film and an ITO thin film on the transparent substrate 20, patterning the ITO thin film according to the photolithography method, and then etching the metal thin film taking the residual ITO thin film as an etching resist.

[0035]

When voltage is applied across the metallic reflective film 11 and the ITO thin film 22 to display on a screen, a display screen can be a white screen without coloration, and have a wide angle of visibility, so that the display screen can be satisfactorily recognized even when it is seen at an angle of 60 degrees to the normal line of the screen.

[0036]

[Embodiment 2]

In the reflection type liquid crystal display device according to the embodiment, as shown in Fig. 2, the principal part thereof is formed by a back electrode plate 4, an observer's side electrode plate 5 provided opposite to the back electrode plate 4, liquid crystal material 6 sealed between the electrode plates 4, 5, a sheet polarizer and a phase plate, which are not shown. In the back electrode plate 4, the principal part thereof is formed by a transparent substrate

40, an aluminum-made metallic reflective film 41 having a thickness of $0.15\text{ }\mu\text{m}$ provided in 480 stripe patterns in total with a pitch of $300\text{ }\mu\text{m}$ and a width of $290\text{ }\mu\text{m}$ in a screen display area on the transparent substrate 40, and an ITO thin film 42 having a thickness of $0.06\text{ }\mu\text{m}$ provided in the same pattern as the metallic reflective film 41 on the metallic reflective film 41. On the other hand, in the observer's side electrode plate 5, the principal part thereof is formed by a transparent substrate 50, 1921 black stripes in total provided with a pitch of $100\text{ }\mu\text{m}$ in a region between a pixel and a pixel of a screen display area of the transparent substrate 50, 1920 color filter layers 54R, 54G, 54B in total of three colors (red, green, blue) provided in stripes in a pixel region between the black stripes, a light scattering layer 51 uniformly provided on the whole surface of the screen display area to cover the black stripes 51 and the color filter layers 54R, 54G, 54B, and an ITO thin film 52 (sheet resistivity about $8\text{ }\Omega/\square$) provided in 1920 stripes in total with a pitch of $100\text{ }\mu\text{m}$ and a width of $90\text{ }\mu\text{m}$ on the light scattering layer 21. The metallic reflective film 41 and the ITO thin film 52 are provided in stripe patterns in the direction of intersecting perpendicularly to each other, the metallic reflective film 41 is taken as a scanning line, the ITO thin film 52 is taken as a signal line, and voltage is applied across the thin films to drive the liquid crystal material in the intersecting position, thereby making a screen

display.

[0037]

The light scattering layer 51 is formed by dispersing about 18 wt. % MaF_2 (refractive index: 1.38, optical average dispersion: 0.006, double refraction: 0.012) in photosensitive phenol novolak epoxy resin having a refractive index of 1.57 when it is hardened.

[0038]

The above color filter layers 54R, 54G, 54B are formed by intaglio offset printing taking epoxy resin as resin constituent and an organic pigment as a coloring agent constituent.

[0039]

On the other hand, the metallic reflective film 41 and the ITO thin film 42 are formed by continuously depositing a metal thin film and an ITO thin film on the transparent substrate 40, patterning the ITO thin film according to the photolithography method, and then etching the metal thin film taking the residual ITO thin film as an etching resist.

[0040]

When voltage is applied across the metallic reflective film 41 and the ITO thin film 52 to display on a screen, a display screen can be a clear screen with high color purity, and have a wide angle of visibility, so that the display screen can be satisfactorily recognized even when it is seen at an angle of

60 degrees to the normal line of the screen.

[0041]

[Advantage of the Invention]

According to the invention related to claim 1, the angle of visibility of the display screen can be enlarged and the coloration of the display screen based on the optical average dispersion and double refraction can be prevented so that a bright screen display can be made without coloration regardless of the position of an external light source.

Brief Description of the Drawings:

Fig. 1 is a sectional view of a liquid crystal display device according to an embodiment 1;

Fig. 2 is a sectional view of a liquid crystal display device according to an embodiment 2;

Fig. 3 is a graph showing the relationship between the angle of visibility consequent upon the refractive index of fine grains and the luminance;

Fig. 4 is a sectional view of a liquid crystal display device according to the prior art;

Fig. 5 is a sectional view of a back electrode plate according to the prior art;

Fig. 6 is a sectional view of a back electrode plate according to the prior art; and

Fig. 7 is a sectional view of a reflection type liquid

crystal display device according to the prior art.

[Description of the Reference Numerals and Signs]

- 1: back electrode plate
- 2: observer's side electrode plate
- 3: liquid crystal material
- 4: back electrode plate
- 5: observer's side electrode plate
- 6: liquid crystal material
- 10: transparent substrate
- 11: metallic reflective film
- 12: ITO thin film
- 20: transparent substrate
- 21: light scattering layer
- 22: ITO thin film
- 40: transparent substrate
- 41: metallic reflective film
- 42: ITO thin film
- 50: transparent substrate
- 51: light scattering layer
- 52: ITO thin film
- 53: black stripe
- 54R: color filter layer
- 54G: color filter layer
- 54B: color filter layer

[FIG. 1]

1: BACK ELECTRODE PLATE
2: OBSERVER'S SIDE ELECTRODE PLATE
3: LIQUID CRYSTAL MATERIAL
10: TRANSPARENT SUBSTRATE
11: ITO THIN FILM
20: TRANSPARENT SUBSTRATE
21: LIGHT SCATTERING LAYER
22: ITO THIN FILM

[FIG. 3]

LUMINANCE [cd/m^2]

ANGLE OF VISIBILITY (DEGREES)